

Válasz opponensi bírálatra

Értekezés címe: Az alginít szorpciós tulajdonságainak tanulmányozása szerves szennyezőanyagok eltávolítása céljából

Szerző: Sárainé Rauch Renáta

Opponensek: Dr. Galambos Ildikó, *PhD, egyetemi docens, intézetvezető*
Soós Ernő Víztechnológiai Kutató-Fejlesztő Központ, Pannon Egyetem

Dr. Tolner László, *CSc, egyetemi magántanár*
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Mindenekelőtt hálás köszönetem szeretném kifejezni doktori értekezésem két hivatalos bírálójának, Dr. Galambos Ildikónak és Dr. Tolner Lászlónak a lelkiismeretes, a disszertációformai és tartalmi erőnyeit, illetve hibáit egyaránt alaposan feltáró, az általam alkalmazott kutatási módszereket, a szakirodalomban való jártasságom, illetve a levont tudományos következtetések megalapozottságát egyszerre átfogóan és részleteiben is értékelő bírálatokért. Egy doktori értekezésnek nem csak a megírása, hanem az elolvasása és értő bírálata is rengeteg munkát, időt és fáradságot igényel. Hálás vagyok, hogy elvállalták a felkérést.

A doktori disszertáció, amelyben sok évnyi, esetleg évtizednyi eredmények összegeződnek, minden kutató számára fontos állomás. Ezen az állomáson nemcsak az derül ki, hogy hová érkeztünk, meddig jutottunk el, hanem útjelzőket találunk arra vonatkozóan is, hogy merre kell, vagy lehet továbbmennünk. A bírálatokban megfogalmazottakat a jövőbeni kutatásaim során is megszívlelem, hisz azok egy tisztább, kiforrottabb kutatói látásmódra és munkára tanítanak, inspirálnak. Még egyszer köszönöm tehát mindkét opponensemnek az időt és energiát, amelyet munkámra fordítottak.

Az értekezéssel és a tézisekkel kapcsolatos konkrét észrevételekre és kérdésekre az alábbiakban válaszolok.

Dr. Galambos Ildikó

- 1. Érdekes kérdés, hogy a 200 ppm-nél található, karbonil szénatomokra jellemző csúcs előfordulása helyi jellegzetesség, máshol még nem mutatták ki. Mi lehet az oka/eredete a megjelenésének? (67. oldal)*

Válasz:

67. oldal: "A pulai olajpala már ismert jellegzetes jelein kívül 200 ppm-nél látható egy, a karbonil szénatomokra jellemző kis csúcs."

Lehet, hogy félreérthető a fogalmazás. A 200 ppm-nél látható karbonil csoport jelenléte nem egyedülálló jellegzetessége a pulai alginitnek, csak a jellegzetes csúcsok mellett ez a csoport is kimutatható. Ami egyedivé teszi az olajpalák között az a speciális keletkezési körülmények következtében kialakult összetétel, elsősorban a nagy tisztaság és a magas ásványianyag- és elemtartalom. (Ennek okára a következő kérdésben térek ki). Az olajpala irodalmak (pl. Siskin 1995, Rundle Ramsay Crossing Type I oil shale) - elsősorban az I. típusba tartozó olajpalák esetében- is említik karbonil vegyületek jelenlétét. Ezen karbonil vegyületek keletkezésének mechanizmusa, illetve az ahhoz szükséges körülmények egyelőre nem tisztázottak. Feltehetően alga (*Botryococcus*) eredetűek, illetve redukáló cukrokból származhatnak, direkt bizonyíték az irodalom szerint egyelőre nincs erre vonatkozóan, de jelenleg is sok kutatás folyik ezen a területen.

- 2. Nemzetközi kitekintésben található-e valahol, alakulhatott-e ki valahol az alginithez hasonló tulajdonsággal, összetétellel rendelkező anyag?*

Válasz:

Az alginit az olajpalák csoportjába tartozik. Szűkebb értelemben alginit telepnek csak a vulkáni kráterben, főleg algákból keletkezett teleptípusokat tekintjük. Ami az olajpaláktól megkülönbözteti, az, hogy az alginitben nem kőolaj van, hanem speciális szervesanyag, ún. kerogén, mely csak 4 -500 °C-ra felmelegítve alakul át olajjá és nyerhető ki. Ezért nincs káros hatása a talajra és növényekre.

A hazai alginit egyedülállósága speciális keletkezési körülményeiből adódó összetétele jelenti. A magyarországi telepek a finális bazaltvulkanizmus során keletkeztek. Az alginit-telepeknek vulkáni tufagyűrűben való települése nemcsak Magyarországon, de a világon mindeddig egyedülálló.

4-5 millió évvel ezelőtt a Kárpát-medencében, ahol még a Pannon tórendszer létezett, heves vulkanikus jelenségek játszódtak le. Ekkor keletkeztek azok a gyűrű alakú kráterek, a tufagyűrűk,

amelyek olyan fontosak voltak az alginit képződése szempontjából: A kirobbant vulkáni kráter vízzel töltődött fel, mely az vulkáni utóműködés következtében 12-14 C°-os,- a medence zártsága miatt alacsony sótartalmú, és lúgos kémhatású vízzel – ellentétben az egyéb maar típusú olajpala lelőhelyekkel - töltődött fel, aminek oka a vastag triász kori dolomit jelenléte.

A vulkáni kőzet mállasnak indult, devitrifikálódott, így a krátertó vize mikro-és makroelemekben rendkívül gazdaggá vált. Ez a dúsulás más telepek kialakulásában nem volt jellemző. Ez a dúsulás az egyik oka a hazai alginit egyik különlegességének. A magas – elsősorban fémes - elemtartalom a szerves anyagok bomlásában, a bomlás katalizálásában szerepet játszhat. Ennek tanulmányozása nem volt része a disszertációnak, de ilyen irányú vizsgálatok folyamatban vannak.

A zárt krátergyűrűben az algák egy ritkán előforduló fajtája (*Botryococcus braunii*) szaporodott el, majd egyéb lebegő anyagokkal együtt leülepedett a zárt, anaerob medence aljára. A leülepedett és megkövesült alga-biomasszából alakult ki az a kőzet, aminek a neve ma alginit. . A szénhidrogéntermelő algáknak is nevezett *Botryococcus braunii* olajtermelésénél fogva lehetetlenné tette más élő szervezetek elterjedését, ezért tudott tiszta, egységes szerves anyag – kerogén képződni, mely a szerves anyagok megkötődésében meghatározó.

Eddigi ismeretek szerint, az előzőekben felsorolt események egyedülálló, együttes bekövetkezésének, majd ebből fakadóan a *Botryococcus braunii* alga elszaporodásának köszönhető az alginit telepek kialakulása. Ezen körülmények kiterjedt és együttes előfordulásával nem számolhatunk. Ez is alátámasztja és erősíti azt a tényt, hogy a világ más pontján más hasonló lelőhelyeket, ilyen minőségű olajpalát, vagyis alginitet nem találhatunk.

3. Milyen eredményeket várhatunk komplex rendszerek esetén, természetes vizekbe jutó szennyezők ártalmatlanítása esetén – gondolva itt a folyamatos, alacsony koncentrációban előforduló szennyezőkre, ill. a haváriaszerűen megjelenő, nagy koncentrációjú szennyezésekre?

Válasz:

Az alginit több olyan tulajdonsággal rendelkezik, ami alkalmassá teszi környezetvédelmi felhasználását. Ezek pl. a jó megkötő képesség, a gyors és nagyfokú szennyezőanyag lebontó képesség. Kiemelkedő tulajdonsága a nagyfokú és gyors pufferoló képessége, aminek révén szélsőségesebb pH tartományokból is semleges körüli tartományra képes pufferelni. Így minden olyan havária esetén jól alkalmazható, ahol savas, illetve lúgos anyag kiömlés veszélyezteteti a környezetet. A közelmúlt eseményeiből jó példa erre a vörösiszap katasztrófa, ahol – elsősorban

olyan havária esetén jól alkalmazható, ahol savas, illetve lúgos anyag kiömlés veszélyezteteti a környezetet. A közelmúlt eseményeiből jó példa erre a vörösiszap katasztrófa, ahol – elsősorban a nyers alginít – felhasználható lett volna az erősen lúgos anyag kármentésére. Egyrészt gazdasági megfontolásból a bányanyers anyag használata költséghatékonyabb, másrészt a kezeletlen alginít humusz anyag tartalma a lúgos tartományban javítja a pufferoló képességet.

Mivel a vörösiszap jelentős mennyiségben tartalmaz különböző fémeket, további előnye lett volna a kiváló fémmegkötő képessége (amit szintén vizsgáltam, de az eredmények nem képezik a dolgozat részét.).

Az alginít adszorbensként történő alkalmazásának gyakorlati megvalósítása folyamatban van egy talajvíz tisztítási eljáráshoz. Kutatómunkám alapjául is szolgál egy GINOP projekt keretében megvalósuló talajvíz tisztítási technológiának. A kísérletek már félüzemi/terepi léptékű stádiumban vannak. A terepi kísérletek kiváló eredményeket mutatnak, így a gyakorlatban történő alkalmazhatóság nagyon ígéretes. A dolgozatban bemutatott kísérletekre alapozva elkészült az alginít felhasználásán alapuló víztisztítási eljárás technológiai leírása, illetve a terepi technológia prototípusa is.

A terepi vizsgáltban a nyers, bemenő szennyezett talajvíz komplex szennyezést tartalmazott, a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet által előírt felszín alatti víz szennyezettségi határértékeket több nagyságrenddel meghaladta mindegyik komponens esetében. Alginít szűrőtöltettel, (valós körülmények között, folyamatos üzemmódban) megfelelően kialakított technológiai rendszerben, a műszaki paraméterek beállításával és az alginítet megfelelő formában, formázva alkalmazva 80-90%-os tisztítási hatásfok is elérhető, illetve fenntartható hosszú ideig (több hónapos tartamkísérlet) kisfokú hatékonyság romlás mellett. A terepi tesztek jelenleg is folyamatban vannak.

Dr. Tolner László

Nagyon köszönöm a pozitív visszacsatolást, melyben opponensem a házi védekezés kritikái alapján tökéletesített dolgozatomat méltatja. Szeretnék köszönetet mondani, hogy időt és fáradságot nem kímélve alapos és sokoldalú vizsgálat tárgyává tette az értekezésemet, melynek során felvetett olyan problémákat, kérdéseket is, melyek a dolgozat egyes részeinek újragondolására késztettek, illetve néhány kérdésben – jó értelemben véve – elbizonytalanított, más kérdésekben viszont meg is erősített. A részletekbe menő, tételes opponensi véleménye sokat segített számomra, hogy a

dolgozat még színvonalasabbá váljon, megerősített a témaválasztás fontosságában és aktualitásában.

Javaslatait, tanácsait, iránymutatásait, megjegyzéseit természetesen konstruktív kritikaként tekintettem, és a végleges disszertáció elkészítésekor ezeket figyelembe vettem, az észrevételezett hibák javítása mindenképp a dolgozat előnyére váltak.

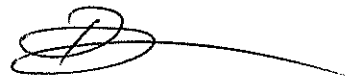
A munkahelyi vita kritikái alapján pótoltam a hiányosságokat, javítottam számos helyesírási hibát és javaslatai alapján a szakmai kiértékelést a megfelelő helyeken módosítottam. Opponensem gondolatébresztő megjegyzései, kérdései alkalmat adtak munkám ismételt, alapos átgondolására, és lehetőséget biztosítottak a dolgozat talán kevésbé kidolgozott részeinek pontosabb értelmezéséhez is. Ezek közül is kiemelném a két legfontosabb témakört, melyek újragondolása jelentősen hozzájárult a dolgozat színvonalának emeléséhez.

- Az opponensi iránymutatás alapján pontosításra, illetve kiegészítésre kerültek mind az irodalmi, mind az eredmények értékelésében az izoterma illesztésekre vonatkozó magyarázatok, illetve nagyobb hangsúlyt helyeztem a felhasznált izoterma modellek alkalmazásának kiértékelésére, magyarázatára, illetve pontosítására.
- Bírálóm tanácsára jelen értekezés nem tartalmazza már az adszorpciók kinetikai vizsgálatok eredményeit, egyetértettem azzal a felvetéssel, hogy azok alátámasztására további kísérletek elvégzésére lett volna szükséges.

Végezetül még egyszer őszinte tisztelettel köszönöm opponensi véleményét és javaslatát, miszerint támogatja dolgozatom nyilvános vitára történő bocsátását és az értekezésben megfogalmazott eredmények elfogadását.

Veszprém, 2021.június 04.

Tisztelettel:



Rauch Renáta